



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**EFEITO DA INCORPORAÇÃO DE HIDROGEL EM DIFERENTES  
SUBSTRATOS NA RIZOGÊNESE E QUALIDADE DE MUDAS CLONAIIS DO  
HÍBRIDO *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urophylla***

Estudante: Yolanda Xavier da Cruz Neres

Orientador: Prof<sup>ª</sup> Glauce Taís de O. S. Azevedo

Co-Orientador: Prof. Anderson Marcos de Souza

BRASÍLIA, 2016.

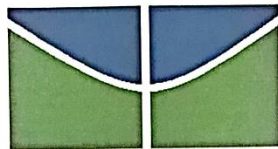


UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**EFEITO DA INCORPORAÇÃO DE HIDROGEL EM DIFERENTES  
SUBSTRATOS NA RIZOGÊNESE E QUALIDADE DE MUDAS CLONAIIS DO  
HÍBRIDO *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urophylla***

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de  
Engenharia Florestal da Universidade  
de Brasília, como parte das exigências  
para obtenção do título de Engenheira  
Florestal.

BRASÍLIA, 2016.



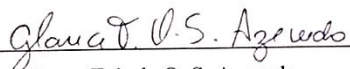
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**EFEITO DA INCORPORAÇÃO DE HIDROGEL EM DIFERENTES  
SUBSTRATOS COMERCIAIS NA RIZOGÊNESE E QUALIDADE DE MUDAS  
CLONAIS DO HÍBRIDO *Eucalyptus camadulensis* x *Eucalyptusurophylla***


Estudante: Yolanda Xavier da Cruz Neres

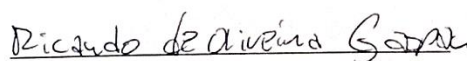
Matrícula: 11/0042930

Menção: SS

  
Ma. Glauce Taís de O. S. Azevedo

Universidade de Brasília – UnB  
Departamento de Engenharia Florestal  
Orientadora

  
Dr. Anderson Marcos de Souza  
Universidade de Brasília – UnB  
Departamento de Engenharia Florestal  
Coorientador

  
Dr. Ricardo de Oliveira Gaspar

Universidade de Brasília – UnB  
Departamento de Engenharia Florestal  
Membro da Banca

Brasília, 01 de dezembro de 2016.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus que sempre me amparou e guiou meus passos em todos os momentos da vida.

Agradeço à minha mainha Luciene e meu irmão Lucas, pelo apoio em todos os momentos, por acreditarem e terem orgulho de mim mais do que eu mesma.

Agradeço às minhas estrelas: dindinha, vovô e tia Eli (*in memoriam*) por todo carinho, amor e preocupação, para além de uma vida terrena.

Agradeço aos meus tios(as) e primos(as) pelo apoio. Em especial ao padrinho Zé Domingos, a tia Marlene, Guta, Carlos e Helô, por terem sido a base da minha graduação.

Agradeço à pessoa que esteve ao meu lado durante meus últimos anos de graduação, sendo um porto seguro em momentos felizes e tristes, obrigada meu bem!

Agradeço à orientadora Glauce, pela amizade, carinho, paciência e por fazer acreditar no meu potencial, um carinho que levarei para a vida.

Agradeço ao professor Anderson por toda ajuda, conselhos e ensinamentos.

Agradeço à “Joy”, “Amandita”, “Isalinda”, Glauce e Gileno pela ajuda na coleta de dados.

Agradeço aos meus companheiros de graduação, Amanda Andrade, Amanda Monteiro, Camile, Gabriela, Isadora, Jocemara, Letícia Couto, Letícia Rabelo, Maísa, Nathalia, Ana Beatriz, Ilana, Ingrid, Yanara, Larissa, João Carlos, Mário e Thiago, pelo apoio, estudo em grupo e convívio nesta etapa da minha vida.

Agradeço à eterna república “Lar-doce-lar” (Rafael, Pedro Henrique, Nathalia e Tatiana) por terem sido à família que Deus me permitiu escolher.

Agradeço às minhas amigas de longa data, Angélica, Iara, Ionara, Agda, Mônica e Franciele, pelas boas risadas em tempos difíceis.

Agradeço a empresa R&S Florestal por todo o apoio e ajuda na execução deste trabalho, sendo a base de todo este estudo;

Agradeço ao professor Ricardo Gaspar, por ter aceito de prontidão fazer parte da minha banca, e pelas contribuições e sugestões;

E por fim, agradeço à Universidade de Brasília pelo acolhimento durante toda a graduação.

## RESUMO

O desenvolvimento da silvicultura clonal e a demanda por materiais de qualidade e em quantidades compatíveis com as exigências do mercado, tem levado à incorporação de tecnologias dentro de cada etapa do processo produtivo das mudas. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o enraizamento de miniestacas e qualidade das mudas do clone VM01 (*Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urophylla*), produzidas em três diferentes substratos comerciais, com e sem incorporação do hidrogel. As mudas foram feitas pelo método da miestaquia em tubetes de 55 cm<sup>3</sup>, preenchidos com os substratos comerciais: Vivato Slim Plus, Bioplant e Tropstrato Florestal, sendo incorporado aos substratos 0 e 2 g L<sup>-1</sup> do hidrogel da marca comercial Forth Gel. As miniestacas apresentavam 4 a 7 cm de altura, sendo obtidas no minijardim clonal do viveiro (tipo Canaletão). O experimento foi implantado no delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3 x 2 (três substratos e duas doses de hidrogel). As variáveis avaliadas aos 35 dias após o estaqueamento (DAE) foram: sobrevivência (S), enraizamento (E) e formação de calos (C), expressados em porcentagem, número de raízes (NR); comprimento do sistema radicular (CSR), comprimento médio do sistema radicular (CMR), em centímetros; e massa seca do sistema radicular (MSR), em gramas. Aos 101 DAE, a qualidade das mudas foi avaliada por intermédio das variáveis: altura da parte aérea (H), em centímetros; diâmetro do coleto (DC), em milímetros; número de folhas (NF), massas secas da parte aérea (MSA), das raízes (MSR) e total (MST), em gramas, e relações entre as variáveis, como a relação altura e diâmetro (H/D), relação massa seca da parte aérea e das raízes (MAS/MSR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD = MST/(H/D+MSA/MSR)). Independente das doses de hidrogel utilizadas, as miniestacas apresentaram melhores respostas quando colocadas para enraizar no substrato Vivatto, tal característica também foi observada para a variável altura. A resposta das miniestacas ao hidrogel variou entre os substratos utilizados, provavelmente devido às propriedades físicas de cada substrato.

**Palavras-chave:** miniestaquia, viveiro florestal, silvicultura clonal.

## ABSTRACT

The development of clonal forestry and the demand for quality materials and in quantities compatible with market demands requirements has brought advancements in technologies inside each step on the productive process of rooted seedlings. In face of that, this work aims to evaluate the rooting and the quality of rooted seedlings from the clone VM01 (*Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus urophylla*), produced in three different commercial substrates, with and without including hydrogel. The rooted seedlings were produced by the minicutting technique in plastic tubes of 55 cm<sup>3</sup>, filled with commercial substrates: Vivato Slim Plus, Bioplant and Tropstrato Florestal, besides hydrogel from the brand Forth Gel in the dosage of 0 and 2 g L<sup>-1</sup>. The rooted seedlings were 4 to 7 cm of height, established in the mini-clonal hedge (type Canaletão). The experiment was implanted with completely randomized design (DIC), in a factorial disposition 3 x 2 (three substrates and two hydrogel dosages). The variables evaluated after 35 days from the minicutting (DAE) were: survival (S), rooting (E) and callus formation (C), expressed as percentage, number of roots (NR); length of rooting system (CSR), medium length of rooting system (CMR), in centimeters; and dry matter from the rooting system (MSR), in grams. After 101 DAE, the quality of rooted seedlings was evaluated through the following variables: height from above ground (H), in centimeters; root collar diameter (DC), in millimeters; number of leaves (NF), dry matter from above ground (MSA), from rooting system (MSR) and total (MST), in grams, and relations between variables, like height and diameter ratio (H/D), dry matter from above ground and from rooting system ratio (MAS/MSR) and the Dickson quality index ( $IQD = MST / (H / D + MSA / MSR)$ ). Independently from the hydrogel dosages used, the rooted seedlings showed better responses when cultivated on the substrate Vivatto, presenting same result for the variable height. The rooted seedlings responses to hydrogel were variable amongst the substrates tested, probably as a result of the different physical properties of each substrate.

**Key-words:** minicutting technique, forest nursery, clonal forestry.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Informações dos substratos comerciais utilizados no experimento.....	10
<b>Tabela 2.</b> Resumo da análise de variância para o enraizamento em miniestacas do híbrido <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh. x <i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake (clone VM01), 35 dias após o estaqueamento.....	15
<b>Tabela 3.</b> Resumo da análise de variância para os parâmetros de qualidade das mudas avaliados em miniestacas de ( <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh. X <i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake (VM01), 101 dias após o estaqueamento (DAE).....	22

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Substratos comerciais utilizados no experimento para a produção das mudas clonais de eucalipto. .... 10
- Figura 2.** Enraizamento de miniestaca (A), estaca com formação de calos (B). .... 12
- Figura 3.** Esquema do delineamento inteiramente casualizado (DIC) para miniestacas clonais do híbrido VM01. Onde: EB = estacas de borda; VsH = vivatto sem hidrogel; BsH = bioplant sem hidrogel; TsH = tropstrato sem hidrogel; VcH = vivatto com hidrogel; BcH = bioplant com hidrogel; TcH = tropstrato com hidrogel. .... 14
- Figura 4.** Taxa de sobrevivência em miniestacas clonais do híbrido VM01, em diferentes substratos com 0 e 2 g L<sup>-1</sup> de hidrogel. Letras minúsculas representam diferença entre os substratos com a mesma dose de hidrogel, enquanto que letras maiúsculas representam diferença entre as doses de hidrogel no mesmo substrato, colunas seguidas da mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). .... 16
- Figura 5.** Taxa de enraizamento de miniestacas clonais do híbrido VM01, em diferentes substratos, com 0 e 2 g L<sup>-1</sup> de hidrogel. Letras minúsculas representam os substratos com a mesma dose de hidrogel, letras maiúsculas representam diferença entre as doses de hidrogel no mesmo substrato, colunas seguidas da mesma letra não se diferem pelo teste de tukey ( $\alpha = 0,05$ ). .... 17
- Figura 6.** Taxa de formação de calo em miniestacas clonais do híbrido VM01, em diferentes substratos, com 0 e 2 g L<sup>-1</sup> de hidrogel. Letras minúsculas representam diferença entre os substratos com a mesma dose de hidrogel, letras maiúsculas representam diferença entre as doses de hidrogel no mesmo substrato, colunas seguidas da mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). .... 18
- Figura 7.** Número de raízes em miniestacas clonais do híbrido VM01, em diferentes substratos, com 0 e 2 g L<sup>-1</sup> de hidrogel. Letras minúsculas representam diferença entre os substratos com a mesma dose de hidrogel, letras maiúsculas representam diferença entre as doses de hidrogel no mesmo substrato, colunas seguidas da mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). .... 19
- Figura 8.** Comprimento médio das raízes (A) e comprimento do sistema radicular (B) em miniestacas clonais do híbrido VM01, em diferentes substratos com 0 e 2 g L<sup>-1</sup> de hidrogel. Letras minúsculas representam diferença entre os substratos com a mesma dose de hidrogel, enquanto que letras maiúsculas representam diferença entre as doses de hidrogel no mesmo substrato, colunas seguidas da mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). .... 20
- Figura 9.** Altura da parte aérea em miniestacas clonais do híbrido VM01, em diferentes substratos com 0 e 2 g L<sup>-1</sup> de hidrogel. Letras minúsculas representam diferença entre os substratos com a mesma dose de hidrogel, enquanto que letras maiúsculas representam diferença entre as doses de hidrogel no mesmo substrato, colunas seguidas da mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). .... 23
- Figura 10.** Diâmetro do coleto em miniestacas clonais do híbrido VM01, utilizando duas doses de hidrogel (0 e 2 g L<sup>-1</sup>) em diferentes substratos. Letras minúsculas representam



diferença entre os substratos com a mesma dose de hidrogel, enquanto que letras maiúsculas representam diferença entre as doses de hidrogel no mesmo substrato. Colunas seguidas da mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). ..... 25

**Figura 11.** Relação diâmetro/altura em miniestacas clonais do híbrido VM01, em diferentes substratos com 0 e 2 g L<sup>-1</sup> de hidrogel. Letras minúsculas representam diferença entre os substratos com a mesma dose de hidrogel, enquanto que letras maiúsculas representam diferença entre as doses de hidrogel no mesmo substrato, colunas seguidas da mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). ..... 26

**Figura 12.** Número de folhas em miniestacas clonais do híbrido VM01, em diferentes substratos com 0 e 2 g L<sup>-1</sup> de hidrogel. Letras minúsculas representam diferença entre os substratos com a mesma dose de hidrogel, enquanto que letras maiúsculas representam diferença entre as doses de hidrogel no mesmo substrato, colunas seguidas da mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). ..... 27

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS .....	2
2.1. Objetivo geral.....	2
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	3
3.1. Propagação vegetativa.....	3
3.2. Substratos para produção de mudas florestais.....	5
3.3. Hidrogel.....	7
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	9
4.1. Caracterização do local de estudo .....	9
4.2. Sistema de produção das mudas.....	9
4.3. Avaliação do enraizamento .....	11
4.4. Avaliação do desenvolvimento e qualidade das mudas .....	13
4.5. Tratamentos e procedimentos estatísticos .....	13
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	14
5.1. Avaliação do enraizamento .....	14
5.2. Avaliação do desenvolvimento e qualidade das mudas .....	21
6. CONCLUSÕES.....	28
7. REFERÊNCIAS .....	29

## 1. INTRODUÇÃO

A adaptabilidade do gênero *Eucalyptus* às condições edafoclimáticas variadas e seu rápido desenvolvimento possibilita sua produção silvicultural em larga escala, e movimenta a expansão de áreas cultivadas desta espécie (WINK et al., 2015). O aumento da produtividade e qualidade das florestas de eucalipto se deu por meio de pesquisas em técnicas silviculturais de melhoramento genético clássico, ao avanço das tecnologias e conhecimentos relacionados à propagação vegetativa deste gênero (FERRARI; GROSSI; WENDLING, 2004).

A propagação vegetativa se deve à presença de tecidos meristemáticos ou embrionários na planta adulta, sendo mantida as características genéticas da planta de origem (OLIVEIRA, 2011; FERRARI; GROSSI; WENDLING, 2004). Sua utilização só se justifica para genótipos de alta produtividade e qualidade, que produzam sementes de baixa capacidade germinativa, insuficientes para manter um programa de melhoramento, de difícil armazenamento ou híbridos estéreis (FERRARI; GROSSI; WENDLING, 2004).

A produção de mudas clonais de eucalipto em viveiros tem-se aprimorado e adequado às diferentes situações. O desenvolvimento da silvicultura clonal e a demanda por materiais de qualidade e em quantidades compatíveis com as exigências do mercado, tem levado a considerar a importância da qualidade da muda, associado à redução dos custos de produção (TITON, 2003).

De acordo com Melo et al. (2011), alguns clones de eucalipto são limitados quanto à produção pela técnica da estaquia, por apresentar dificuldades no enraizamento e, a partir do seu aprimoramento, surgiu a técnica de propagação pela miniestaquia, com a finalidade de contornar o baixo sucesso na produtividade destes clones em viveiro.

Dentro do processo de produção de mudas em viveiro é preciso incorporar tecnologias específicas em cada etapa do processo (BENITEZ, 2011), a fim de garantir uma qualidade superior nas mudas produzidas. A determinação do substrato na produção de mudas clonais de eucalipto, por exemplo, é muito importante, pois sua composição física e química está diretamente relacionada com o crescimento, vigor, produção de matéria seca e maior taxa de sobrevivência (RUÍZ; CASTILLO; BERMÚDEZ, 1999). Dentro do processo de produção pode haver a necessidade de adaptação de um substrato

com a incorporação de outros materiais, com características químicas, físicas, biológicas e econômicas desejáveis (DANNER et al., 2007).

Desta forma, os polímeros hidrotentores (hidrogéis) aparecem como um condicionador, capaz de melhorar as propriedades físicas e químicas de um substrato. Segundo Vicente et al. (2015), o hidrogel proporciona uma maior retenção de água do solo, deixando-a disponível para as raízes de forma gradativa, por diminuir a percolação para camadas mais profundas do solo, além de minimizar a perda excessiva de água do solo para o ambiente. Vale et al. (2005) afirma que pesquisas sobre a formulação deste polímero e suas aplicações se intensificaram, possibilitando uma “nova geração de polímeros” utilizados em projetos paisagísticos, gramados esportivos, fruticultura, reflorestamento, plantio de lavouras e em viveiros. É crescente sua incorporação ao substrato de produção de mudas de essências florestais.

Várias pesquisas científicas têm buscado identificar quais os efeitos (positivos ou negativos) da utilização do hidrogel na produção de mudas nativas, exóticas e frutíferas via propagação vegetativa ou seminal (sementes) em algumas espécies como, *Corymbia citriodora* (BERNARDI et al., 2012), *Coffea canephora* (Cafeeiro variedade conilon Robusta Tropical) (CAMARA et al., 2011), *Morus* sp. (amoreira) (MOREIRA et al., 2010), *Handroanthus impetiginosus* (Ipê roxo), *Handroanthus ochraceus* (Ipê amarelo) e *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira) (MEWS, 2014), *Eucalyptus dunnii* (NAVROSKI et al., 2014) e os clones de eucalipto VM01 (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake) e o AEC0144 (*Eucalyptus urophylla* S. T. Blake) (AZEVEDO et al., 2015). Contudo, o conhecimento sobre a utilização do hidrogel relacionado com diferentes substratos, no que se refere ao enraizamento e qualidade das mudas produzidas, ainda é incipiente, principalmente para espécies de uso florestal comercial, cabendo aqui o desenvolvimento do presente estudo.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo geral

Avaliar o enraizamento e qualidade das mudas clonais do híbrido VM01 (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake) produzidas em três diferentes substratos comerciais com e sem incorporação do hidrogel.

## 2.2. Objetivos específicos

- Avaliar o efeito dos substratos comerciais, Vivato plus®, Bioplant® e Tropstrato Florestal® com 0 g L<sup>-1</sup> e 2 g L<sup>-1</sup> do hidrogel Forth Gel® no enraizamento das miniestacas do clone VM01;
- Analisar se a presença do hidrogel nos diferentes substratos comerciais influencia a rizogênese, avaliando-se o enraizamento, sobrevivência, formação de calos, número de raízes, comprimento do sistema radicular e massa seca do sistema radicular;
- Avaliar o desenvolvimento e a qualidade final (diâmetro do coleto, altura, número de folhas, massa seca da parte aérea e das raízes, relação altura/diâmetro e índice de qualidade de Dickson) das mudas clonais produzidas em diferentes substratos comerciais, com 0 g L<sup>-1</sup> e 2 g L<sup>-1</sup> de hidrogel.

## 3. REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1. Propagação vegetativa

Com a disponibilidade de clones selecionados para as mais diversas regiões e fins comerciais, há uma ampliação das áreas de cultivo de eucalipto, provindo na implantação de projetos de reflorestamento em áreas anteriormente não indicadas para plantio, em função da limitação do material genético via seminal (XAVIER; SILVA, 2010). De acordo com estes mesmo autores, a silvicultura clonal de *Eucalyptus* no Brasil até a década de 90 estava praticamente restrita às grandes empresas florestais, detentora do maior nível de tecnologia nos seus empreendimentos.

O aumento da produtividade de florestas plantadas com espécies do gênero *Eucalyptus* se deve aos bons resultados com técnicas de melhoramento genético clássico, bem como o avanço das tecnologias e conhecimentos envolvidos com a propagação vegetativa (FERRARI; GROSSI; WENDLING, 2004). Para Xavier e Silva (2010) há uma expansão de plantios clonais para médios e pequenos produtores, e a necessidade de

buscar materiais adaptados as condições e necessidades deste novo mercado. Segundo estes mesmos autores, a evolução dos programas de melhoramento florestal e a seleção clonal possuem característica de desenvolver materiais mais específicos, que se adaptam às diferentes condições climáticas com produção de madeira que atendam os diversos mercados consumidores desta matéria prima.

A multiplicação clonal possibilita a manutenção das características da planta mãe, proporcionando estandes uniformes de rápido crescimento e produção de matéria prima homogênea (FERRARI; GROSSI; WENDLING, 2004).

A seleção de genótipos superiores é feita na fase adulta, quando o enraizamento de propágulos vegetativos e formação de mudas é um grande desafio devido à idade ontogenética do material (WENDLING; XAVIER, 2003). A utilização da propagação vegetativa é justificada para genótipos de alta produtividade e qualidade, mas que produzem sementes em quantidades insuficientes para manter um programa de melhoramento ou plantios comerciais, sementes complicadas de serem armazenadas, com baixa porcentagem de germinação ou híbridos estéreis (XAVIER et al., 2003; FERRARI; GROSSI; WENDLING, 2004).

Vários métodos de propagação vegetativa vêm sendo desenvolvidos, com destaque para o gênero *Eucalyptus*. Os principais métodos utilizados em escala comercial são: Estaquia, Micropropagação, Microestaquia e Miniestaquia (FERRARI; GROSSI; WENDLING, 2004).

Estaquia: promove o enraizamento de partes das plantas (ramos, folhas ou fascículos) com a utilização ou não de hormônios de crescimento (FERRARI, 2004);

Micropropagação: simplificada, é o cultivo *in vitro* e sob condições assépticas e controladas de propágulos, denominados de exemplares, que na presença de reguladores de crescimento e meio nutritivo, são induzidos a produzir novas gemas que serão multiplicadas (FERRARI; GROSSI; WENDLING, 2004);

Microestaquia: consiste na utilização de estacas (propágulos) rejuvenescidas *in vitro* como fonte de propágulos vegetativos, no qual os ápices caulinares das plantas são coletados e utilizados como microestacas, sendo colocadas para enraizar em locais com controle de umidade e temperatura, como casa de vegetação (TITON, 2003);

Miniestaquia: consiste na utilização de propágulos vegetativos (miniastacas) de mudas produzidas pela estquia convencional (minicepas), estas formam o minijardim clonal (TITON, 2003; FERRARI; GROSSI; WENDLING, 2004; ALMEIDA, 2006; XAVIER; SILVA, 2010).

Segundo Almeida (2006), o processo de enraizamento em miniestacas é anatômico, fisiológico e complexo, associado à desdiferenciação e redirecionamento de células vegetais totipotentes para a formação de meristemas que posteriormente darão origem a raízes adventícias. De acordo com Titon (2003), esta “capacidade” de desdiferenciação é uma característica que algumas células apresentam, sendo capazes de iniciar divisões celulares e formar um novo ponto de crescimento meristemático.

Independente da forma de propagação clonal, a qualidade da muda é o fator a ser sempre considerado, para isto os parâmetros normalmente utilizados são altura (cm), diâmetro do colo (mm), idade (dias), número de folhas, sanidade, aspectos nutricionais, rusticidade, sistema radicular bem desenvolvido e parte aérea (XAVIER et al, 2003).

Para Titon (2003), esta nova fase de desenvolvimento da silvicultura clonal, e a demanda por produtos de qualidade e em quantidades compatíveis com as exigências do mercado, induz cada vez mais à importância da qualidade da muda, aliada a redução dos custos de produção. A importância de técnicas clonais de espécies florestais no Brasil é identificada quando se observa que, atualmente, a maior parte das florestas plantadas de eucalipto são provenientes de mudas produzidas por propagação vegetativa (FERRARI, 2004).

### 3.2. Substratos para produção de mudas florestais

Dentro do sistema de produção de mudas florestais, os principais fatores que afetam o desenvolvimento e a qualidade das mudas são os materiais genéticos, os manejos hídricos e nutricionais, as embalagens e os substratos (SIMÕES; SILVA; SILVA, 2012). Sendo assim, a escolha do sistema de produção e substrato influenciam na qualidade das mudas, nos custos de produção e o lucro do viveiro (MELO et al., 2014). Os substratos são definidos como o meio adequado para sustentação da planta, com boa capacidade de retenção de água e nutrientes, boa aeração, pH adequado para a espécie a ser cultivada, inexistência de elementos químicos em níveis tóxicos e excelente condutividade elétrica (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003).

O meio de crescimento das mudas deve ter características físicas e químicas observadas e controladas, principalmente quanto às exigências da espécie a ser plantada e os aspectos econômicos deste substrato (TRIGUEIRO; GUERRINI, 2003). Em geral, não existe substrato que de forma isolada satisfaça todas as condições necessárias que

garanta o crescimento adequado de espécies florestais, havendo a necessidade de combinar diferentes produtos para obter uma formulação de substrato que promova produção em quantidade (menor taxa de mortalidade) e qualidade de mudas (CALDEIRA et al., 2013). O controle sobre o substrato se torna ainda mais importante em processos delicados de produção de mudas, como a propagação vegetativa.

Na estaquia ou miniestaquia do eucalipto, a fase de maior importância é o enraizamento, sendo interferido por condições climáticas, hídricas e nutricionais, podendo comprometer a qualidade da muda e consequentemente a oferta de material (OLIVEIRA et al., 2012). Esta fase pode ser prejudicada pelo substrato utilizado, que pode ser ou não adequado para as espécies que se tem interesse em cultivar.

Na produção de mudas por estaquia é recomendado que o substrato tenha uma boa porosidade que proporcione à estaca, uma excelente aeração, sendo o oxigênio indispensável para a respiração das raízes (Simões; Silva; Silva, 2012). A caracterização física dos substratos é um instrumento que possibilita a padronização do insumo e uma adequação das empresas fabricantes, quanto à formulação e à veracidade das informações impressas nos rótulos (ZORZETO et al., 2014)

Dentre os principais componentes utilizados para a formulação do substrato com produção em tubetes, temos: Compostos orgânicos, moinha de carvão, casca de arroz carbonizada, vermiculita, serragem e substratos comerciais (DAVIDE e SILVA, 2008 citado por MELO et al., 2014). Contudo, atualmente tem surgido pesquisas com substratos alternativos, sendo resultado da pressão que o setor agroindustrial vem sofrendo para destinar seus resíduos de produção a algum uso. De acordo com Freitas et al. (2010), dentre os resíduos agroindustriais promissores na utilização como substratos, tem-se o bagaço de cana, torta de filtro e fibra de coco.

Existe um conjunto de fatores que podem determinar os benefícios de um substrato para a planta. Silva et al. (2012) em estudo com a utilização de diferentes substratos para a produção de mudas clonais de *E. urophylla* x *E. grandis* mostrou que o desenvolvimento morfológico das mudas estava fortemente correlacionado com a qualidade do sistema radicular. Portanto, estes autores sugeriram que a aderência das raízes ao substrato é importante na avaliação da qualidade das mudas. Para Freitas et al. (2010), os substratos não fornecem apenas condições adequadas para o desenvolvimento das mudas, é fundamental que haja agregação estável do sistema radicular ao substrato, viabilizando assim o plantio semimecanizado, utilizado pelas empresas florestais no plantio de espécies exóticas de valor comercial. Assim sendo, dentro de todo



planejamento para a produção de mudas via seminal ou propagação vegetativa, o substrato é de fundamental importância por ser, da forma mais simples, o suporte para o estabelecimento das plantas, tendo reflexo qualitativo e quantitativo dentro de toda cadeia produtiva até o plantio.

### 3.3. Hidrogel

Na década de 80 houve um grande desenvolvimento nas pesquisas com polímeros sintéticos, para diferentes finalidades, dentre elas, como condicionadores do solo em plantios agrícolas, devido sua capacidade de melhorar as qualidades físico-químicas do solo (OLIVEIRA et al., 2004). Estes polímeros são intitulados de polímeros hidroretentores, hidroabsorventes ou hidrogel. Os hidrogéis são constituídos por uma cadeia de unidades estruturais denominadas monômeros, a polimerização ocorrerá quando duas ou mais moléculas pequenas se combinarem para formar moléculas maiores. Quando seco, este arranjo de moléculas possui forma granular e quebradiça, e ao ser hidratada com água, passa a ter forma elástica e macia (BALENA, 1998).

Os polímeros mais utilizados são os sintéticos, fabricados a base de Propenamida (Poliacrilamida ou PAM), e os co-polímeros, como propenamida-propenoato (policrilamida-acrilato ou PAA). Estes são usados como floclulantes em fraldas e outros artigos sanitários, e depósito de líquidos químicos residuais (VALE et al., 2005). Os polímeros variam de composição química, diferindo também na absorção, retenção e liberação de água (BALENA, 1998).

A absorção de água pelo hidrogel diminui o índice de percolação da água para as camadas mais profundas e distantes das raízes, mantendo a água armazenada próximo a elas, impedindo a perda de umidade para o ambiente, liberando água de maneira gradativa para a planta. Porém, o uso imoderado de hidrogel pode ocasionar na diminuição da aeração do substrato, vindo ser capaz de causar apodrecimento das raízes, por reter água excessivamente (VICENTE et al., 2015).

No Brasil, alguns polímeros hidroretentores vêm sendo comumente utilizados na produção de hortaliças, frutas e mudas de diversas espécies, com um grande avanço na área de paisagismo (OLIVEIRA et al., 2004; MENDONÇA et al., 2013; NOVROSKI et al., 2014). No setor florestal, o hidrogel é muito utilizado na implantação de

povoamentos. As empresas o utilizam em escala operacional, no ato do plantio das mudas, podendo reduzir custos de replantio de eucalipto em 8% no primeiro ano e, ao final do ciclo de sete anos, a economia chega a 3%. O uso do hidrogel se estende cada vez mais para viveiros de produção de mudas (NOVROSKI et al., 2014).

Para Dranski et al. (2013), a irrigação de povoamentos florestais durante as primeiras semanas após o plantio influi diretamente no estabelecimento e desenvolvimento das plantas. Desta forma, aumentar a capacidade de armazenamento de água no solo pode ser uma alternativa viável para reduzir custos com a irrigação e aumentar a taxa de sobrevivência das mudas.

Em estudos realizados por Mendonça et al. (2013) em Araras, São Paulo (SP), utilizando três doses de hidrogel a base de poliacrilato de potássio (4, 8 e 12 g) para 9,5 kg de substrato (terra fina seca de um Latossolo Vermelho), foi observado que todas as doses utilizadas aumentaram a capacidade de armazenamento de água e na condutividade elétrica do solo.

Em pesquisa realizada por Coelho et al. (2008), a capacidade de retenção hídrica do hidrogel Hidratossolo® (a base de acrilato de sódio) foi determinada em diferentes concentrações de sais, utilizando amostras 1g de hidrogel hidratado com 500 ml de soluções de cloreto de cálcio, cloreto sódio e cloreto de potássio, por 24 horas. Estes autores descobriram haver diminuição da capacidade de retenção hídrica promovida pelos sais de sódio, cálcio e potássio, sendo uma diminuição da ordem de 94,7%; 82,8% e 80,7% respectivamente, quando comparada com a retenção de água deionizada.

Em estudos realizados por Bernadi et al. (2012), em Dourados, Mato Grosso do Sul, avaliando o crescimento de *Corymbia citriodora* com substrato comercial a base de vermiculita, casca de pinus, corretivo de acidez, ureia, sulfato de amônio e superfosfato simples, com e sem a adição de hidrogel (dose de 6 g L<sup>-1</sup> de substrato) à base de Acrilamida e Acrilato de potássio, estes autores relataram que o uso do hidrogel possibilitou a redução de aproximadamente 20% da adubação rotineira realizada no viveiro, podendo atingir 40%.

Os produtos hidroretentores surgem com uma alternativa quanto à diminuição de irrigação e perda de nutrientes pela lixiviação do solo ou substrato, podendo ser utilizado desde a produção de mudas até o plantio, atuando como condicionadores do solo quanto às propriedades físicas e químicas e, conseqüentemente, biológicas. Inúmeras são as pesquisas científicas que relatam a dose de hidrogel mais indicada para as mais variadas espécies (MOREIRA et al., 2010; MARQUES; CRIPA; MARTINEZ, 2013;

MENDONÇA et al., 2013; AZEVEDO et al., 2015; NAVROSKI et al., 2015). Porém, é incipiente os relatos quanto seu uso na produção de mudas por propagação vegetativa em espécies florestais, como o eucalipto.

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

##### 4.1. Caracterização do local de estudo

A pesquisa foi realizada no viveiro da empresa R&S Florestal, localizado na zona rural da cidade de Planaltina, Distrito Federal, próximo à DF-250, km 21, com coordenadas 15° 43' 18,7" Sul e 47° 35' 55,8" Oeste. O clima da região é predominantemente Aw (Köpen), com duas estações bem definidas, inverno seco (julho e agosto) e verão chuvoso (novembro e janeiro), com precipitação média anual superior a 1.500 mm e temperaturas entre 13 °C a 28 °C (SANTOS et al., 2014). O experimento foi conduzido nos meses de setembro a dezembro de 2015.

##### 4.2. Sistema de produção das mudas

O material genético utilizado para a pesquisa foi o clone VM01 (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, registro nº 20766), devido à baixa percentagem de enraizamento verificada no viveiro (< 50%) e por ser comumente procurado por sua excelente adaptabilidade à região do bioma Cerrado com produção destinada à carvão e lenha.

Os substratos comerciais utilizados foram: Vivatto Slim Plus®, Bioplant® e Tropstrato Florestal® (Figura 1) com informações descritas na Tabela 1 a seguir.

**Tabela 1.** Informações dos substratos comerciais utilizados no experimento.

Substratos	Informações do fabricante
Vivatto Slim Plus®	O Vivatto Slim Plus® (Registro SP 0117910026-1 no MAPA), é composto por casca de pinus bioestabilizada, vermiculita e moinha de carvão, apresentando densidade de 260 kg m <sup>-3</sup> em base seca, capacidade de retenção de água (CRA) de 200%, 1,5% de fertilizante e 0,20% de corretivo
Bioplant®	O Bioplant® (Registro MG 89519-9 MAPA) é composto por casca de pinus, esterco, serragem, fibra de coco, vermiculita, casca de arroz, cinza, gesso agrícola, carbonato de cálcio, magnésio, termosofato magnesiano (yoorim) e aditivos (fertilizantes).
Tropstrato Florestal®	O Tropstrato Florestal® é constituído por casca de pinus, vermiculita, carvão vegetal, superfosfato simples e produtos formulados por terceiros, com CRA mínima de 130%, e densidade base seca de 190 kg m <sup>-3</sup> .



**Figura 1.** Substratos comerciais utilizados no experimento para a produção das mudas clonais de eucalipto.

Para cada substrato foram produzidas mudas com e sem a incorporação de hidrogel, sendo os substratos homogeneizados em dois processos. O hidrogel utilizado foi da marca comercial Forth Gel® na dose de 2 g L<sup>-1</sup> de substrato como descrito por Azevedo et al. (2015) para o híbrido VM01, incorporado aos substratos em sua forma desidratada. Concomitantemente, foi utilizada adubação de base adotada no sistema de produção de muda do viveiro em duas composições, sendo 29,16 g de Basacote® (fertilizante NPK de liberação controlada, com magnésio e micronutrientes) e 12,15 g de Yorin máster®, os dois adubos foram incorporados em 14 L de cada substrato. Os produtos referidos foram homogeneizados em uma betoneira e posteriormente os tubetes foram preenchidos.

As miniestacas foram obtidas no minijardim clonal semi hidropônico do viveiro R&S Florestal (tipo Canaletão). As brotações selecionadas variaram entre 4 e 7 cm de comprimento, com no mínimo dois pares de folhas totalmente expandidos, que foram cortados na metade do seu comprimento para evitar a perda de água. Durante todo processo de coleta das miniestacas, elas ficaram acondicionadas em caixas de isopor com água para evitar a perda de turgidez. Posteriormente, as miniestacas foram estaqueadas no substrato e colocadas para enraizamento na casa de vegetação, com temperatura média de 37 °C e umidade relativa do ar acima de 80%. A casa de vegetação possui irrigação por nebulização, sendo a irrigação acionada a cada três minutos por um período de 15 segundos. As miniestacas foram mantidas nessas condições até completarem 35 dias após o estaqueamento (DAE).

Após esse período, as mudas foram transferidas para a casa de sombra com irrigação a cada quinze minutos, com duração de um minuto, ficando nestas condições por 7 dias, e em seguida elas foram encaminhadas para área a pleno sol, com bancadas suspensas de tela, com adubação de cobertura contendo MAP (a base de fósforo), amônio e potássio, sendo feita todos os dias de 2 em 2 horas por 10 minutos. As mudas ficaram nessas condições até completarem 101 DAE.

#### 4.3. Avaliação do enraizamento

Com a finalidade de avaliar o efeito do hidrogel associado a diferentes substratos no enraizamento das miniestacas, aos 35 DAE, as seguintes variáveis foram mensuradas:

enraizamento das miniestacas (E), em porcentagem; formação de calos (C), em porcentagem; sobrevivência das miniestacas (S), em porcentagem; número de raízes (NR); comprimento do sistema radicular (CSR), comprimento médio das raízes (CMR), em centímetros; e massa seca do sistema radicular (MSR), em gramas.

Estas variáveis foram obtidas após a lavagem do sistema radicular das mudas para retirada do substrato. Sendo consideradas enraizadas as miniestacas que apresentarem emissão de raízes maiores que um centímetro (Figura 2A), enquanto que a presença de calos foi contabilizada nas miniestacas vivas (Figura 2B), que apresentarem diferenciação do tecido da base da estaca, contudo, sem emissão de raízes. Para a avaliação da sobrevivência das miniestacas foram contadas as estacas vivas, sendo consideradas aquelas túrgidas e sem presença de apodrecimento na base.

O número de raízes foi obtido com a contagem direta das raízes. O comprimento do sistema radicular foi obtido com o auxílio de uma régua milimetrada, do ponto de inserção das raízes na estaca até a extremidade. O comprimento médio das raízes foi obtido a partir da medição de cada raiz maior que 1 cm e dividido pelo número de raízes emitidas. A massa seca da raiz foi determinada com auxílio de balança eletrônica de precisão de 0,001 g, após a secagem do material em estufa à 70 °C, até obtenção da massa seca constante.



**Figura 2.** Enraizamento de miniestaca (A), estaca com formação de calos (B).

#### 4.4. Avaliação do desenvolvimento e qualidade das mudas

Aos 101 DAE, a qualidade das mudas submetidas a diferentes substratos, com e sem o hidrogel foi avaliada através das variáveis: altura da parte aérea (H), em centímetros; diâmetro do coleto (DC), em milímetros; número de folhas (NF), massas secas da parte aérea (MSA), das raízes (MSR) e total (MST), em gramas, e relações entre as variáveis, como a relação altura e diâmetro (H/D), relação massa seca da parte aérea e massa seca das raízes (MSA/MSR) e o índice de qualidade de Dickson ( $IQD = MST/(H/D + MSA/MSR)$ ). A altura da parte aérea da muda foi obtida pela medição direta com régua milimetrada, desde a base da muda até a gema apical. O diâmetro do coleto foi obtido com um paquímetro digital, da marca Eletronic Digital Caliper, com precisão de 0,01 mm, na altura do substrato. Os valores de massa seca foram determinados após a lavagem do sistema radicular para a retirada do substrato, sendo as mudas seccionadas na altura do coleto, para separação do sistema radicular da parte aérea, com posterior secagem do material em estufa à 70°C, até obtenção da massa seca constante, e pesagem do material em balança analítica, com precisão de 0,001 g (BÖHM, 1979).

#### 4.5. Tratamentos e procedimentos estatísticos

Para a produção das mudas utilizou-se seis bandejas, totalizando 1.188 tubetes, com 55 cm<sup>3</sup> cada. Para a avaliação do enraizamento aos 35 DAE, o experimento foi implantado no delineamento inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos em esquema fatorial 3x2 (três tipos de substrato x presença e ausência de hidrogel), com quatro repetições de 10 miniestacas cada (Figura 3). Os tratamentos foram Tropstrato com e sem hidrogel, Bioplant com e sem hidrogel e Vivato com e sem hidrogel.

Já para a avaliação do desenvolvimento e qualidade das mudas foram considerados os mesmos tratamentos, porém com cinco repetições de 10 mudas cada. Após a verificação da homogeneidade e normalidade de ambos os dados, estes foram submetidos à análise de variância ( $\alpha=0,05$ ) e, havendo diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ), sendo utilizado o *software* Assistat 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2002).

EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB
EB	VsH	BsH	VcH	BsH	TcH	VsH	TsH	BsH	TcH	VsH	EB
EB	BcH	TsH	VsH	TcH	BcH	TsH	BcH	TcH	BsH	VcH	EB
EB	VcH	TcH	BcH	TsH	BsH	VcH	VsH	VcH	BcH	TsH	EB
EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB	EB

**Figura 3.** Esquema do delineamento inteiramente casualizado (DIC) para miniestacas clonais do híbrido VM01. Onde: EB = estacas de borda; VsH = vivatto sem hidrogel; BsH = bioplant sem hidrogel; TsH = tropstrato sem hidrogel; VcH = vivatto com hidrogel; BcH = bioplant com hidrogel; TcH = tropstrato com hidrogel.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Avaliação do enraizamento

Os tratamentos avaliados influenciaram as respostas do enraizamento no clone estudado. Houve interação significativa entre os fatores substrato e hidrogel para as variáveis percentual de enraizamento, percentual de calo, comprimento médio das raízes, comprimento do sistema radicular e número de raízes, enquanto que, para o percentual de sobrevivência, somente houve diferenças significativas para o fator substrato e, para a massa seca radicular, não houve diferenças significativas tanto na interação SxH quanto nos tratamentos (Tabela 1).

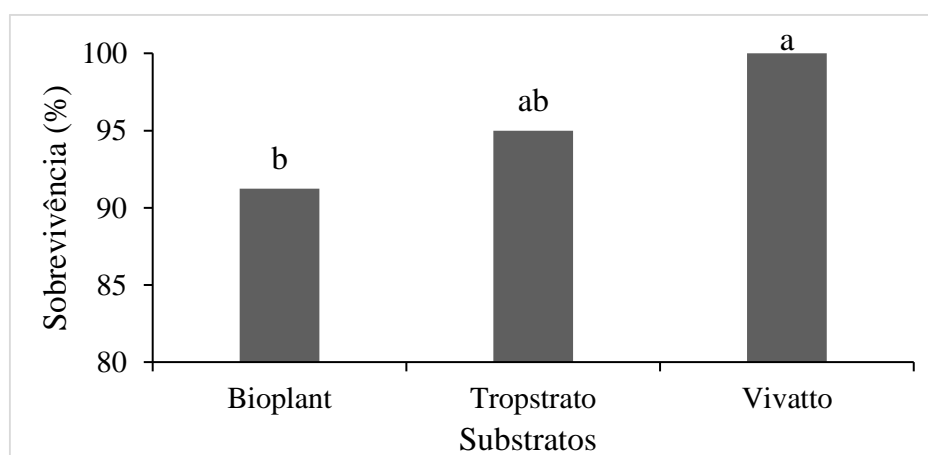


**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para o enraizamento em miniestacas do híbrido *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake (clone VM01), 35 dias após o estaqueamento.

FV	GL	QM						
		S	E	C	NR	CMR	CSR	MSR
<b>Substrato</b>	2	154,1666*	1654,1666**	404,1666ns	2,4721**	139,1622**	153,6963**	0,0105ns
<b>Hidrogel</b>	1	104,1666ns	504,1666ns	504,1666ns	1,1851*	114,5098**	134,9004**	0,0014ns
<b>Interação SxH</b>	2	54,1666ns	829,1666*	2254,1666**	0,9811*	97,5684**	102,0258**	0,0072ns
<b>Média Geral</b>		95,41	30,41	60,41	1,26	10,73	11,25	0,04
<b>CV<sub>exp</sub>(%)</b>		6,42	49,16	24,90	33,55	16,33	14,70	161,03

FV = Fonte de variação; GL = Graus de liberdade; S = Sobrevivência (%); E = Enraizamento (%); C = Calo (%); NR = Número de raízes; CMR = Comprimento médio das raízes (cm); CSR = Comprimento do sistema radicular (cm); MSR = Massa seca das raízes (g); MG = Média Geral; CV = coeficiente de variação; \*\* = significativo a 1 % de probabilidade; \* significativo a 5 % de probabilidade; ns = não significativo.

Independente das doses de hidrogel utilizadas, as miniestacas apresentaram maior sobrevivência quando colocadas para enraizar no substrato Vivatto (VIV), sendo estatisticamente diferente apenas do Bioplant (BIO) que apresentou menor sobrevivência, já o substrato Tropstrato (TROP) foi estatisticamente igual aos demais (Figura 3). Freitas et al. (2006) produziram mudas de *E. grandis* e *E. saligna* em tubetes e blocos, utilizando os substratos, bagaço de cana de açúcar + torta de filtro (BT), casca de eucalipto decomposta + casca de arroz carbonizada (AR) e substratos prensado (turfa). Nas composições de tratamentos para tubetes (AR + adubação (T1), BT + adubação (T2) e BT sem adubação (T3)) e para blocos (AR + adubação (T4), BT + adubação (T5), BT sem adubação (T6) e turfa (T7)), encontraram aos 26 DAE 99,4% de sobrevivência (média entre os clones) não sendo significativa entre os substratos, porém, aos 40 DAE a taxa decaiu em todos os tratamentos para 56,4%, sendo acentuado para o T3.

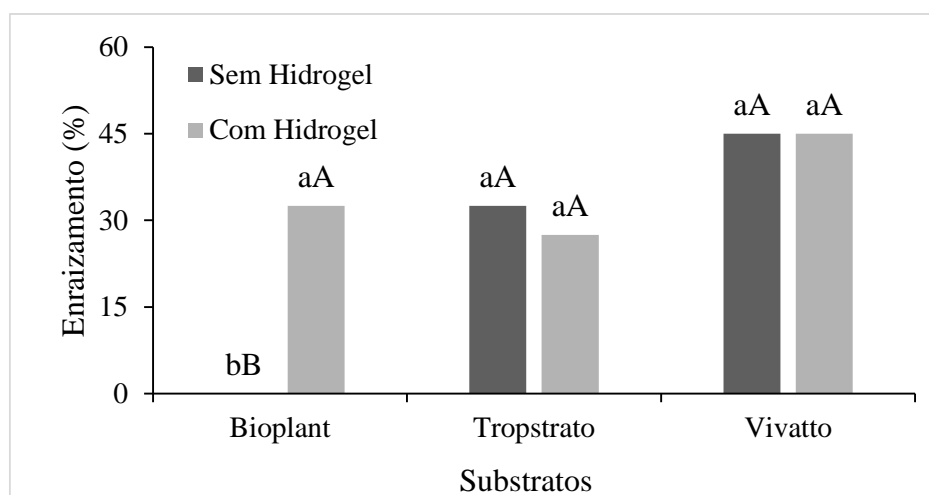


**Figura 4.** Taxa de sobrevivência em miniestacas clonais do híbrido VM01, em diferentes substratos com 0 e 2 g L<sup>-1</sup> de hidrogel. Letras minúsculas representam diferença entre os substratos com a mesma dose de hidrogel, enquanto que letras maiúsculas representam diferença entre as doses de hidrogel no mesmo substrato, colunas seguidas da mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

São escassas as pesquisas científicas que abordam os efeitos da utilização de hidrogel em diferentes substratos na produção de mudas clonais de eucalipto via miniestaqueia. Em pesquisa recente, Azevedo et al. (2015) obtiveram diferenças na taxa de sobrevivência em substrato comercial com e sem hidrogel, para os clones VM01 (*E. camaldulensis* x *E. urophylla*) e AEC0144 (*E. urophylla*), com um incremento de 8,88% de sobrevivência nas doses 1,05 e 1,15 g L<sup>-1</sup> de hidrogel.

Para o percentual de enraizamento não foi observada diferença significativa na utilização das doses de 0 e 2 g L<sup>-1</sup> para os substratos VIV e TROP, contudo, foi observado

que a adição do hidrogel ao BIO proporcionou um aumento significativo de 32,5% no enraizamento das miniestacas, o tornando-o significativamente igual aos demais substratos utilizados (Figura 4). Esses resultados corroboram com Azevedo et al. (2015), que aos 25 DAE encontraram aumento na porcentagem de enraizamento do clone VM01 com a utilização do hidrogel, sendo que a dose de maior incremento (23%) foi de 1,1 g L<sup>-1</sup>, utilizando o substrato comercial composto por vermiculita, casca de arroz carbonizada e fibra de coco (1:1:1) (densidade de 90 a 170 Kg m<sup>-3</sup>, partículas com diâmetros entre 0,15 e 8,0 mm e capacidade mínima de retenção de água de 60%).

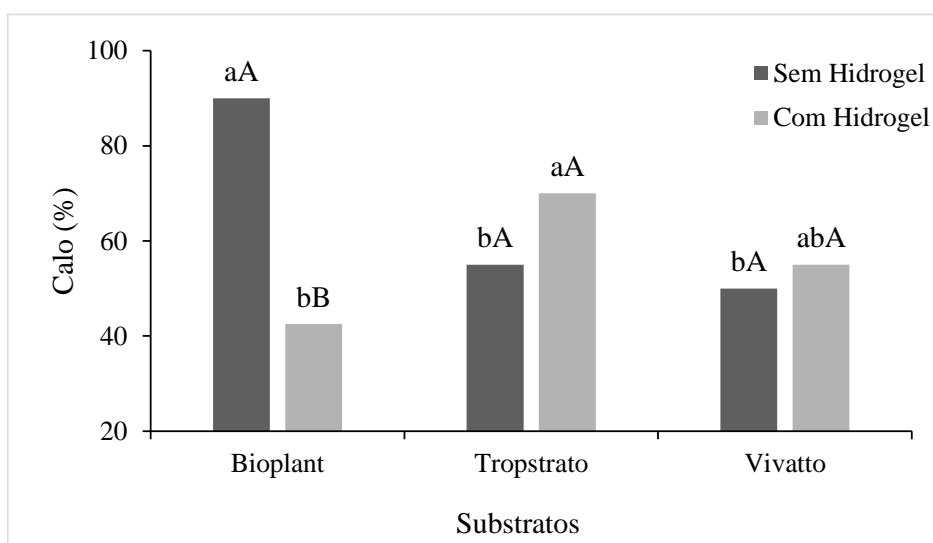


**Figura 5.** Taxa de enraizamento de miniestacas clonais do híbrido VM01, em diferentes substratos, com 0 e 2 g L<sup>-1</sup> de hidrogel. Letras minúsculas representam os substratos com a mesma dose de hidrogel, letras maiúsculas representam diferença entre as doses de hidrogel no mesmo substrato, colunas seguidas da mesma letra não se diferem pelo teste de tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

Simões; Silva e Silva (2012) demonstram que, o substrato formado por vermiculita, casca de arroz carbonizada e fibra de coco (1:1:1) possui 28,06% de macroporosidade, 51,76% de microporosidade e uma capacidade de retenção de água 26,30 mL por 50 cm<sup>3</sup>. De acordo com Oliveira et al. (2008), a macroporosidade interfere na aeração e drenagem do substrato, diretamente ligadas ao enraizamento. Para Simões; Silva e Silva (2012), uma baixa capacidade de retenção de água está associada a maior quantidade de macroporos. Dentre os constituintes do substrato BIO, temos casca de pinus, serragem, fibra de coco e casca de arroz. Esta composição pode ter favorecido o aumento da porcentagem de macroporosidade, causando uma baixa retenção de água e nutrientes, refletindo no percentual de enraizamento inferior.

Kratz, Wendling e Pires (2012) também obtiveram diferenças entre os substratos na miniestaquia do clone *E. benthamii* x *E. dunnii* a maior taxa enraizamento foi apresentada nos substratos casca de arroz carbonizada em forma íntegra - CAC, casca de arroz carbonizada com granulometria entre 0,5 e 1 mm - CAC3 e casca de arroz carbonizada em forma íntegra + vermiculita média - CAC/VM, com média de 54% entre os dois substratos.

Quanto à variável porcentagem de calo, houve diferença significativa entre o substrato BIO e o TROP e VIV, que foram iguais entre si, sem a adição do hidrogel, com uma porcentagem de formação de calo de 90%, 55% e 50%, respectivamente. Contudo, com a adição de 2 g L<sup>-1</sup> de hidrogel aos substratos, houve uma redução de 47,5% na formação de calo no BIO, o que não ocorreu com os demais substratos, onde não houve diferenças significativas com a adição do hidrogel (Figura 5). Apesar de não haver diferença estatística entre os substratos TROP e VIV com e sem hidrogel, a incorporação do produto aos dois substratos ocasionou em um aumento de 15% e 5% na formação de calo.

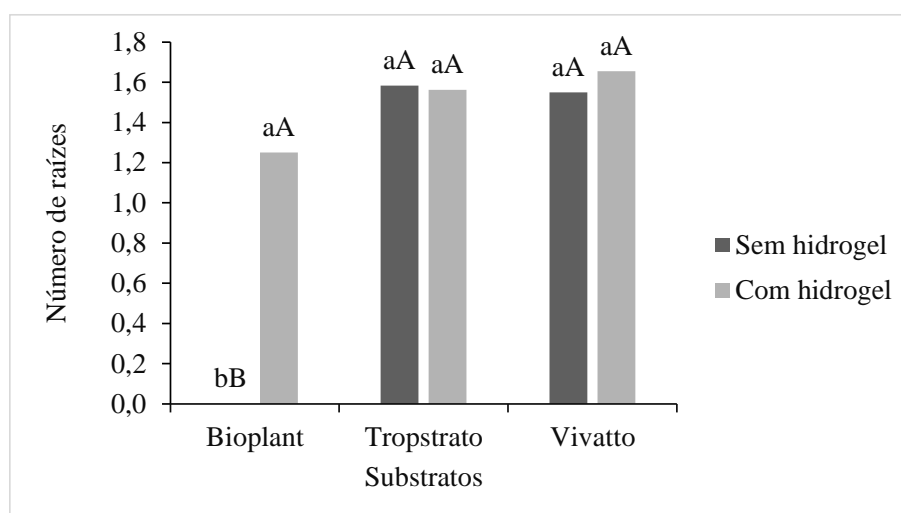


**Figura 6.** Taxa de formação de calo em miniestacas clonais do híbrido VM01, em diferentes substratos, com 0 e 2 g L<sup>-1</sup> de hidrogel. Letras minúsculas representam diferença entre os substratos com a mesma dose de hidrogel, letras maiúsculas representam diferença entre as doses de hidrogel no mesmo substrato, colunas seguidas da mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

Hafle et al. (2008) ao produzirem mudas de *Passiflora alata* Cutis (maracujazeiro-doce) através de estacas com 12 cm de comprimento, em substrato formado por terra, composto orgânico e areia (2:2:1, v/v) com cinco doses (0; 1,5; 3; 4,5

e 6 g L<sup>-1</sup>) do hidrogel Ecogel VEG ©, constataram que o substrato com 0 g do hidrogel apresentou a maior porcentagem de calo (37,5%), porém, não diferiu dos demais tratamentos.

Para o número de raízes não houve diferença entre os substratos VIV e TROP com e sem a adição de hidrogel (Figura 6). Contudo, o BIO demonstrou um aumento na variável com a incorporação de 2 g L<sup>-1</sup>, equiparando-se aos demais substratos com a adição do hidrogel. Azevedo et al. (2015) encontraram um incremento de 155,92% na variável supracitada para o clone VM01 com 1,25 g L<sup>-1</sup> de hidrogel adicionados ao substrato. Já Kratz, Wendling e Pires (2012) obtiveram diferença estatística para o número de raízes entre os diferentes substratos avaliados, sendo o substrato CAC/VM – 1:1, v:v (casca de arroz carbonizada e vermiculita) superior aos demais, com média de 5 raízes por muda.

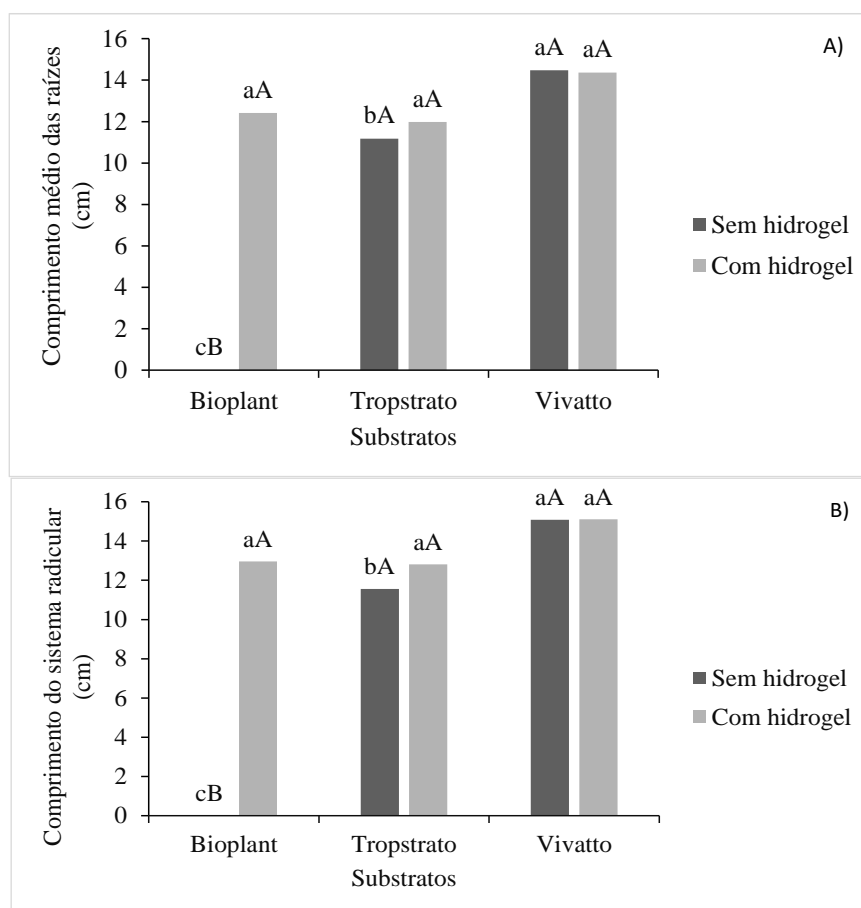


**Figura 7.** Número de raízes em miniestacas clonais do híbrido VM01, em diferentes substratos, com 0 e 2 g L<sup>-1</sup> de hidrogel. Letras minúsculas representam diferença entre os substratos com a mesma dose de hidrogel, letras maiúsculas representam diferença entre as doses de hidrogel no mesmo substrato, colunas seguidas da mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

As variáveis comprimento médio das raízes e comprimento do sistema radicular apresentaram comportamentos semelhantes em relação aos tratamentos, havendo diferença significativa entre todos os substratos sem hidrogel, sendo o VIV o melhor tratamento e BIO o pior tratamento que, pelo fato de não apresentar raízes emitidas aos 35 DAE, obteve média de comprimento e comprimento do sistema radicular iguais a zero (Figura 7A e 7B). A incorporação deste produto aos substratos causou diferenças significativas para essas variáveis apenas para o substrato BIO, proporcionando um

incremento médio de 12,41 cm e de 12,95, para o comprimento médio e comprimento do sistema radicular, respectivamente.

Estes resultados se assemelham ao encontrado por Azevedo et al. (2015) com mudas do clone VM01, que com o crescente aumento das doses de hidrogel implicou diretamente no aumento das variáveis comprimento do sistema radicular e comprimento médio das raízes. Cabe aqui salientar, que são escassos na literatura, estudos que avaliem essas variáveis no enraizamento de miniestacas. Para Freitas et al. (2005), a quantidade de raízes finais que uma muda apresenta é um fator que pode interferir no desempenho inicial das mudas em campo, podendo garantir uma maior taxa de sobrevivência e crescimento.



**Figura 8.** Comprimento médio das raízes (A) e comprimento do sistema radicular (B) em miniestacas clonais do híbrido VM01, em diferentes substratos com 0 e 2 g L<sup>-1</sup> de hidrogel. Letras minúsculas representam diferença entre os substratos com a mesma dose de hidrogel, enquanto que letras maiúsculas representam diferença entre as doses de hidrogel no mesmo substrato, colunas seguidas da mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

A variável massa seca das raízes foi a única a não apresentar diferença significativa entre os tratamentos, diferente de Navroski et al (2015) que obteve uma boa resposta desta variável ao uso do hidrogel, com o maior valor dessa variável para a dose de 5,6 g L<sup>-1</sup> na produção de mudas de *Eucalyptus dunni* por sementes. Característica semelhante para a massa seca das raízes foi encontrada por Simões; Silva e Silva (2012) que, testando nove substratos diferentes na produção de mudas por miniestaquia do clone *E. urophylla* x *E. grandis* observaram diferença estatística entre os substratos, com maior produção de massa seca (0,69 g) no substrato S4 (vermiculita + casca de arroz carbonizada + fibra de coco, 1:1:1).

Os resultados obtidos no presente trabalho demonstram diferenças na produção de mudas por miniestaquia nos substratos comerciais Bioplant, Tropstrato e Vivatto. O substrato mais indicado para o enraizamento das miniestacas é o Vivatto, não sendo necessária a incorporação do hidrogel. De forma geral, o Bioplant apresentou os piores resultados nas variáveis estudadas, não havendo interação entre substrato e hidrogel apenas para a taxa de sobrevivência, provavelmente influenciada pela granulometria do material, que é composto na sua maioria por materiais que favorecem a lixiviação de água, nutrientes e aeração excessiva do substrato.

Ao incorporar o hidrogel ao Bioplant foi obtido um aumento nas variáveis enraizamento, número de raízes, comprimento médio das raízes, comprimento do sistema radicular e diminuição na formação de calo, indicando que a utilização deste produto pode ter condicionado o ambiente para a formação das raízes, e elevado a retenção de água e nutrientes. Portanto, a utilização do Bioplant é indicado em consórcio com o hidrogel, caso a escolha deste substrato indique um menor custo de produção quando comparado ao Vivatto ou Tropstrato.

## 5.2. Avaliação do desenvolvimento e qualidade das mudas

As variáveis altura, número de folhas e relação altura e diâmetro apresentaram diferença apenas entre os substratos, independentemente da utilização ou não do hidrogel (Tabela 2). Dentre todas as variáveis analisadas, apenas o diâmetro teve diferença significativa na interação entre substrato e hidrogel na produção das mudas, já as variáveis massa seca da parte aérea, massa seca das raízes, massa seca total, relação massa seca aérea e massa seca das raízes e índice de qualidade de Dickson não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para os parâmetros de qualidade das mudas avaliados em miniestacas de (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. X *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake (VM01), 101 dias após o estaqueamento (DAE).

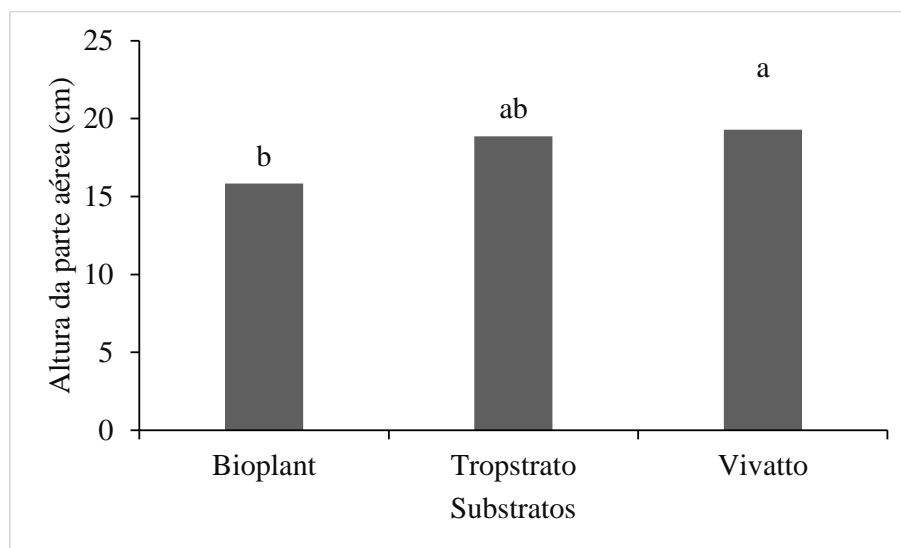
FV	GL	QM								
		H	D	NF	H/D	MSA	MSR	MST	MSA/MSR	IQD
Substrato	2	35,4881*	0,0943ns	50,5086**	3,48045**	0,1254ns	0,0161ns	0,1924ns	0,4140ns	0,0007ns
Hidrogel	1	9,0060ns	0,1813ns	0,3948ns	0,0611ns	0,0839ns	0,0006ns	0,0995ns	0,1889ns	0,0007ns
Interação SxH	2	18,9056ns	0,1910*	0,9362ns	0,3717ns	0,0868ns	0,0107ns	0,1560ns	0,0698ns	0,0010ns
Média Geral		17,99	2,48	11,14	7,21	1,03	0,46	1,49	2,38	0,15
CV <sub>exp</sub> (%)		15,73	8,67	17,60	8,73	19,90	21,42	18,20	14,93	19,01

FV = Fonte de variação; Gl = Graus de liberdade; H = Altura da parte aérea (cm); D = diâmetro do coleto (cm); NF = número de folhas (unidade); H/D = relação entre altura e diâmetro (cm); MSA = Massa seca da parte aérea (g); MSR = Massa seca das raízes (g); MST = Massa seca total(g); MAS/MSR = relação entre massa seca aérea e massa seca das raízes (g); IQD = índice de qualidade de Dickson; S = Substrato; H = Dosagem do hidrogel; MG = Média Geral; CV = coeficiente de variação; \*\* = significativo a 1 %; \* significativo a 5 %; ns = não significativo.



Carvalho, Cruz e Martins (2013) ao estudarem a germinação e crescimento de mudas de *Passiflora edulis* (maracujazeiro amarelo) produzidos em dois substratos solo + esterco (3:1 v/v) e Bioplant®, associados com duas doses do hidrogel Hidroplan-EB® (0 e 3 g L<sup>-1</sup>) e três intervalos de reposição de água, obtiveram interações entre a incorporação do hidrogel e os substratos para todas as características avaliadas (número de folhas, altura da parte aérea, diâmetro, comprimento da raiz, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular e área foliar). A incorporação do hidrogel foi benéfica para alguns parâmetros, e para outros, atuou de forma negativa.

No presente estudo, a altura apresentou diferença estatística entre o BIO e VIV, sendo que o TROP não se diferenciou dos demais, independente da dose do hidrogel (Figura 8). Resultado este divergente do descrito por Bernadi et al. (2012), na produção de mudas de *Corymbia citriodora* via seminal, utilizando um substrato comercial e hidrogel à base de acrilamida e acrilato de potássio, obtiveram nos tratamentos, T2 (6 g L<sup>-1</sup> de hidrogel + 2,4 g de NPK 19-6-10), T3 (6 g L<sup>-1</sup> de hidrogel + 1,8 g de NPK 19-6-10), um aumento de 23% a 26% no crescimento em altura, atribuindo o resultado à presença do hidrogel que auxiliou na retenção do fertilizante, diminuindo a perda por lixiviação.

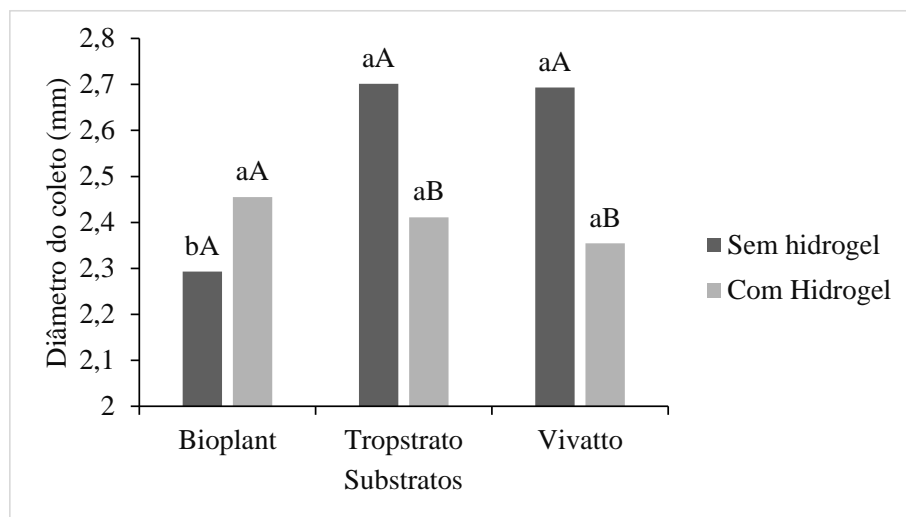


**Figura 9.** Altura da parte aérea em miniestacas clonais do híbrido VM01, em diferentes substratos com 0 e 2 g L<sup>-1</sup> de hidrogel. Letras minúsculas representam diferença entre os substratos com a mesma dose de hidrogel, enquanto que letras maiúsculas representam diferença entre as doses de hidrogel no mesmo substrato, colunas seguidas da mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

Já Navroski et al. (2015) utilizando doses crescentes (0; 1,5; 3; 4,5 e 6 g L<sup>-1</sup>) do hidrogel Hydroplan – EB® e o substrato comercial Carolina Soil®, na produção de mudas de *E. dunni* por sementes, aos 90 dias após semeadura, encontraram um ganho de 10 cm em altura quando aumentado de 0 para 4,5 g L<sup>-1</sup> do hidrogel. Simões; Silva e Silva (2012) tiveram um maior crescimento em altura para mudas de *E. urophylla* x *E. grandis* nos substratos S7 (casca de arroz carbonizada + fibra de coco, 1:1) e S4 (vermiculita + casca de arroz carbonizada + fibra de coco, 1:1:1) quando comparados aos demais, com médias de 37,5 cm e 36,3 cm respectivamente, ambos são recomendados pelos autores.

Resultado semelhante foi encontrado por Navroski et al. (2016) na utilização de doses crescentes (0, 2, 4 e 6 g L<sup>-1</sup>) do hidrogel Zeba® (produzido à base de amido) associado aos substratos, Carolina Soil® (comercial), comercial + vermiculita, comercial + casca de arroz carbonizada e comercial + vermiculita + casca de arroz comercial, na produção de mudas de *Eucalyptus dunni*, onde observaram que a não utilização do hidrogel proporcionou baixo crescimento em altura em comparação aos demais tratamentos com hidrogel, sendo o melhor resultado obtido para o Carolina Soil® com 1,58 g L<sup>-1</sup> de hidrogel, porém o aumento das doses deste produto proporcionou uma diminuição nesta variável.

O diâmetro do coleto se apresenta estatisticamente igual nos substratos TROP e VIV com 0 e com 2 g L<sup>-1</sup> de hidrogel (Figura 9). O BIO apresentou um menor diâmetro sem a utilização do hidrogel quando comparado com os outros dois substratos. Porém, ao adicionar 2 g L<sup>-1</sup> deste produto, o BIO se equipara com o VIV e TROP. Contudo, tanto o VIV quanto o TROP tiveram uma redução de 10,74 e 12,58%, respectivamente, no diâmetro do coleto, quando adicionado o hidrogel, que pode ter interferido na redução da microporosidade e aeração dos substratos. Provavelmente, o hidrogel favoreceu a retenção de água e nutrientes no BIO que é composto por matérias que facilitam a lixiviação. Nos outros dois substratos o hidrogel pode ter proporcionado a saturação do substrato pela retenção excessiva de água, causando prejuízos à respiração do sistema radicular.



**Figura 10.** Diâmetro do coleto em miniestacas clonais do híbrido VM01, utilizando duas doses de hidrogel (0 e 2 g L<sup>-1</sup>) em diferentes substratos. Letras minúsculas representam diferença entre os substratos com a mesma dose de hidrogel, enquanto que letras maiúsculas representam diferença entre as doses de hidrogel no mesmo substrato. Colunas seguidas da mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

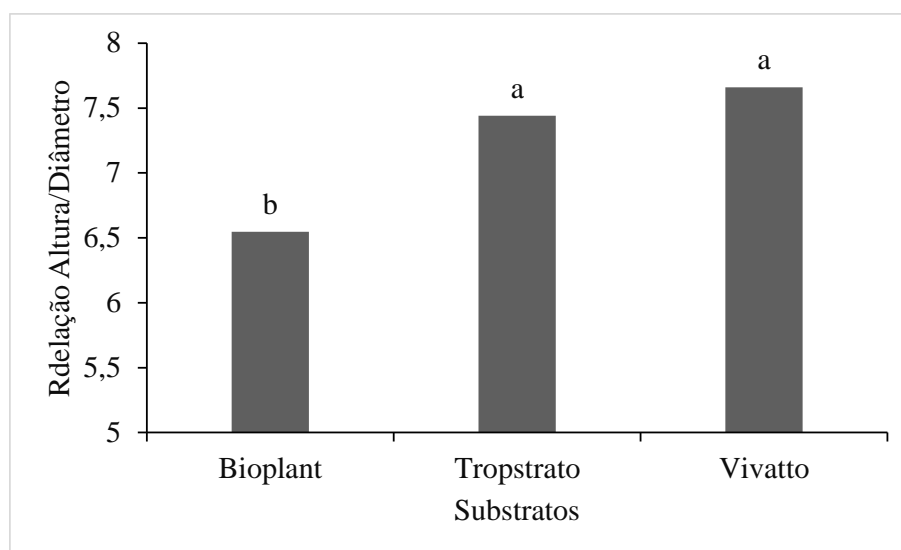
Para Navroski et al. (2015), a adição de altas doses de hidrogel aumenta a retenção de água remanescente, quando em excesso pode diminuir a aeração das raízes. Os resultados para diâmetro no BIO corroboram com o encontrado por Bernardi et al. (2012) com mudas de *Corymbia citriodora*, obtendo nos tratamentos 2 (6 g L<sup>-1</sup> de hidrogel + 2,4 g de NPK 19-6-10), e 3 (6 g L<sup>-1</sup> de hidrogel + 1,8 g de NPK 19-6-10), um aumento de 23% a 32% em diâmetro quando comparado aos demais tratamentos e testemunha, sem uso do hidrogel.

De forma semelhante, Silva et al. (2014) ao testarem substratos alternativos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* por sementes, obtiveram diferença entre os substratos, sendo que o COLU (composto orgânico de lixo urbano) e 50C50RA (tecnomax® + composto orgânico de resíduo agro industrial), apresentaram um diâmetro do coleto de 1,90 mm e 1,87 mm, sendo estatisticamente iguais. Navroski et al. (2016) determinaram que as doses crescentes de hidrogel proporcionaram um aumento no diâmetro do coleto, independente do substrato utilizado.

Para a relação altura/diâmetro houve diferença estatística apenas entre os substratos, sendo que BIO se difere dos demais substratos e o VIV está estatisticamente igual ao TROP (Figura 10), as miniestacas produzidas no substrato Bioplant tiveram o crescimento em altura retardado apresentando uma menor relação altura/diâmetro, portanto, quanto menor esta relação mais robusta é a muda e provavelmente terá maior

resistência e adaptabilidade às adversidades do plantio em campo. Mudanças delgadas (altas e de menores diâmetros) podem sofrer tombamento (queda) no campo por ventos e chuvas, causando prejuízos ao viveirista, que em geral na comercialização das mudas estabelece como garantia uma porcentagem mínima de mortalidade em campo.

Navroski et al. (2015) não encontraram significância na utilização do hidrogel apenas para essa variável. As demais variáveis analisadas apresentaram diferença significativa nas suas dimensões com a utilização do hidrogel. Carvalho, Cruz e Martins (2013) ao estudarem a germinação e crescimento de mudas de *Passiflora edulis* (maracujazeiro amarelo) produzidas em dois substratos solo + esterco (3:1 v/v) e Bioplant®, associados com duas doses de Hidroplan-EB® (0 e 3 g L<sup>-1</sup>) e três intervalos de reposição de água encontram significância na utilização do hidrogel na variável H/D, sendo o substrato Bioplant® com hidrogel o mais eficiente, corroborando com o presente trabalho.

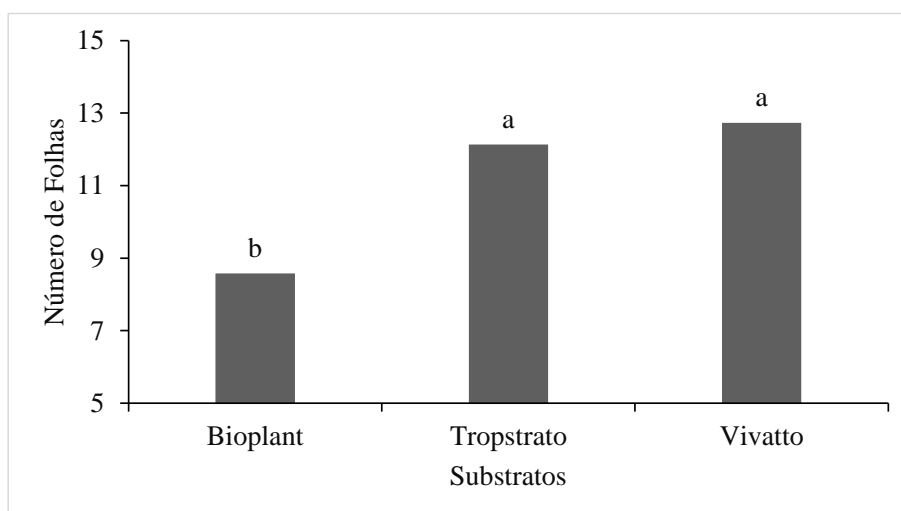


**Figura 11.** Relação diâmetro/altura em miniestacas clonais do híbrido VM01, em diferentes substratos com 0 e 2 g L<sup>-1</sup> de hidrogel. Letras minúsculas representam diferença entre os substratos com a mesma dose de hidrogel, enquanto que letras maiúsculas representam diferença entre as doses de hidrogel no mesmo substrato, colunas seguidas da mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

Para a variável número de folhas, a utilização do hidrogel foi indiferente, havendo diferença estatística apenas entre o BIO e os outros dois substratos. Contudo, o VIV e o TROP não se diferem (Figura 11). Silva et al. (2014) não encontraram diferenças significativas para o número de folhas entre os substratos testados, as médias desta variável apresentaram um intervalo de 20,80 a 19,0 folhas por planta. Já Carvalho, Cruz

e Martins (2013) ao produzirem mudas de maracujá-amarelo, que com a incorporação do hidrogel ( $3 \text{ g L}^{-1}$ ) os substratos proporcionaram um aumento no número de folhas. O substrato Bioplant® se mostrou superior ao solo + esterco, com e sem a adição do hidrogel.

Conforme o observado para as variáveis que indicam a qualidade das mudas produzidas em viveiro, pode-se inferir que a incorporação do hidrogel aos substratos nem sempre traz modificações positivas nas variáveis, podendo por vezes, reduzir o desempenho do substrato, mesmo com a utilização de doses consideradas adequadas pela literatura científica. Fato observado para o diâmetro do coleto, que foi significativamente inferior nas mudas que tiveram a adição do hidrogel ao substrato, sendo a única variável a apresentar diferença na interação destes dois fatores.



**Figura 12.** Número de folhas em miniestacas clonais do híbrido VM01, em diferentes substratos com 0 e  $2 \text{ g L}^{-1}$  de hidrogel. Letras minúsculas representam diferença entre os substratos com a mesma dose de hidrogel, enquanto que letras maiúsculas representam diferença entre as doses de hidrogel no mesmo substrato, colunas seguidas da mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

Os substratos indicados são o Vivatto e Tropstrato sem a adição de  $2 \text{ g L}^{-1}$  de hidrogel, pois sozinhos apresentam resultados considerados adequados para as variáveis estudadas, cabendo ao viveirista a escolha em função do menor custo. O Bioplant é indicado apenas com  $2 \text{ g L}^{-1}$  de hidrogel, por a não adição deste produto refletir em uma muda de qualidade inferior e inapta para plantio em campo. Porém, o uso do hidrogel pode aumentar o custo deste substrato quando comparado aos demais, não justificando assim a sua utilização.

São escassos e contraditórios os estudos que investigam a utilização do hidrogel na produção de mudas florestais por propagação vegetativa, como a miniestaquia, sendo necessário a intensificação de pesquisas que abordem o efeito do hidrogel sobre o enraizamento e qualidade das mudas clonais de eucalipto e sua influência nas variáveis analisadas no presente estudo, a fim de elucidar seus potenciais benefício e malefício para melhor recomendar a utilização deste produto na etapa inicial da produção florestal, que é o viveiro.

## 6. CONCLUSÕES

- Houve diferença entre os substratos para a produção das mudas, porém, os substratos Vivatto e Tropstrato por vezes apresentarem resultados similares para as variáveis estudadas e ambos podem ser indicados para a produção de mudas clonais do híbrido VM01;
- Não é indicada a utilização do hidrogel nos substratos Vivatto e Bioplant, pois a incorporação deste produto ocasionou na redução do diâmetro do coleto e aumentou a formação de calos nas miniestacas clonais do híbrido VM01;
- O substrato Bioplant apresentou baixo desempenho para a produção de mudas por miniestaquia do híbrido VM01;
- O hidrogel foi eficiente para o substrato Bioplant, sendo indicado esse produto quando utilizado o Bioplant;
- Também é sugerido pesquisas para avaliar a influência do hidrogel na produção de mudas de outros clones/espécies florestais exóticos ou nativos.

## 7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. D. **Propagação vegetativa de *Eucalyptus cloeziana* F. Muir por estaquia e miniestaquia.** 2006. 86f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

AZEVEDO, G. T. O. S. Enraizamento de miniestacas de eucalipto com diferentes doses de polímero hidroretentor incorporado ao substrato. **Scientia Florestalis**, v.43, n.108, p. 773-780, 2015.

BALENA, S. P. **Efeito dos polímeros hidroretentores nas propriedades físicas e hidráulicas de dois meios porosos.** 1998. 67f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

BENITEZ, K. R. et al. Produção de *Pinus greggii* Engelm. em mezclas de sustrato con hidrogel e riego, en vivero. **Agrociencia**, v.45, n.3, p.389-398, 2011.

BERNADI, M. R.; JÚNIOR, M. S.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação nitrogenada. **Revista Cerne**, v.18, n.1, p.67-74, 2012.

BÖHM, W. **Methods of studying root systems.** Berlin: Springer-Verlag, 1979. 188 p.

CALDEIRA, M. V. et al. Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.2, p.253-259, 2013.

CAMARA, G. R. et al. Avaliação do desenvolvimento do cafeeiro conilon robusta tropical mediante uso de polímeros hidroretentores e diferentes turnos de rega. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.13, p.135-146, 2011.

CARVALHO, R. P.; CRUZ, M. C. M.; MARTINS, L. M. Frequência de irrigação utilizando polímero hidroabsorvente na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Furticultura**, v.35, n.2, p.518-526, 2013.

COELHO, J. B. M. et al. Efeito do polímero hidratossolo sobre propriedades físico-hídricas de três solos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.3, p.253-259, 2008.

DANNER, M. A. et al. Formação de mudas de jaboticabeira (*Plinia sp.*) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.1, p.179-182, 2007.

DRANSKI, J. A. L. et al. Sobrevivência e crescimento do pinhão-mansão em função do método de aplicação em formulações de hidrogel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.5, p.537-542, 2013.

FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 22p.

FREITAS, T. A. S. et al. Produção de mudas de eucalipto com substratos para sistema de blocos. **Revista Árvore**, v.34, n.5, p.761-770, 2010.

HAFLE, O. M. et al. Produção de mudas de maracujazeiro-doce através da estaquia utilizando polímero hidrorretentor. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.3, p.232-236, 2008.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; PIRES, P. P. Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii* x *E. dunnii* em substratos a base de casca de arroz carbonizada. **Scientia Florestalis**, v.40, n.96, p.547-556, 2012.

MARQUES, P. A. A.; CRIPA, M. A. M.; MARTINEZ, E. H. Hidrogel como substituto da irrigação complementar em viveiro telado de mudas de cafeeiro. **Ciência Rural**, v.43, n.1, p.1-7, 2013,

MELO, L. A. et al. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Eremanthus erythropappus* sob diferentes formulações de substrato. **Floresta e Ambiente**, v.2, n.21,



p.234-242, 2014.

MELO, L. A. et al. Otimização do tempo necessário para o enraizamento de miniestacas de clones de híbridos de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.35, n.4, p.759-767, 2011.

MENDONÇA, T. G.; URBANO, V. R.; PERES, J. G.; SOUZA, C. F. et al. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. **Water Resources and Irrigation Management**, v.2, n.2, p.87-92, 2013.

MEWS, C. L. **Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas em viveiro em função da incorporação de polímero hidroretentor ao substrato e adubação nitrogenada**. 2014. 66f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

MOREIRA, R. A. et al. Efeito de doses de polímero hidroabsorvente no enraizamento de estacas de amoreira. **Revista Agrarian**, v.3, n.8, p.133-139, 2010.

NAVROSKI, M. C. et al. Influência do polímero hidroretentor na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus dunnii* sob diferentes manejos hídricos. **Nativa: Pesquisas Agrárias e Ambientais**, v.2, n.2, p.108-113, 2014.

NAVROSKI, M. C. et al. Influência do hidrogel no crescimento e no teor de nutrientes das mudas de *Eucalyptus dunnii*. **Revista Floresta**, v.45, n.2, p.315-328, 2015.

NAVROSKI, M. C. et al. Initial growth of seedlings of *Eucalyptus dunnii* as influenced by the addition of natural polymer and farming substrates. **Revista Árvore**, v.40, n.4, p.627-637, 2016.

OLIVEIRA, R. A.; REZENDE, L. S.; MARTINEZ, M. A.; MIRANDA, G. V. et al. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.1, p.160-163, 2004.

OLIVEIRA, R. B. et al. Produção de mudas de essências florestais em diferentes

substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Ciência Agropecuária**, v.32, n.1, p. 122-128, 2008.

OLIVEIRA, L. E. **A expansão da monocultura do eucalipto e as implicações socioambientais do município de São Luís do Paratinga: Um estudo de caso**. 2011. 117f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Instituto de Desenvolvimento e Pesquisa da Univap, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2011.

OLIVEIRA, A. S. et al. Determinação do tempo térmico para o desenvolvimento de mudas de eucalipto na fase de enraizamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.11, p.1223-1228, 2012.

RUÍZ, M. C. J. A. P.; CASTILLO, G. V.; BERMÚDEZ, E. M. **Factores que influyen en la calidad de brinzales y critérios para su evaluación em viveiro**. INIFAP: México, p.1-14, 1999.

SANTOS, F. et al. **Teor de carbono orgânico no solo e aspectos biofísicos da cobertura vegetal da bacia do Córrego Sarandi**. Planaltina – DF: Embrapa Cerrados, 2014.

SILVA, F. DE A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.4, n.1, p.71-78, 2002.

SILVA, R. B. G.; SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em função do substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.3. p.297-302, 2012.

SILVA, R. F. et al. Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em substratos orgânicos alternativos. **Ciência Florestal**, v.24, n.3, p.609-619, 2014.

SIMÕES, D.; SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R. Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Ciência Florestal**, v.22, n.1, p.91-100, 2012.

TITON, M. et al. Eficiência das minicepas e microcepas na produção de propágulos de clones de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*. v.27, p.619-625, 2003.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Uso de biosólido como substrato para a produção de mudas de eucalipto. **Scientia Florestalis**, n.64, p.150-162, 2003.

VALE, G. F. R.; CARVALHO, S. P.; PAIVA, L. C. Avaliação da eficiência de polímeros hidroretentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós-plantio. **Coffee Science**, v.1, n.1, p.7-13, 2005.

VICENTE, M. R. et al. Uso de gel hidroretentor associado à irrigação no plantio do eucalipto. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.9, n.5, p.344-349, 2015.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Miniestaquia seriada no rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus*. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.4, p.475-480, 2003.

WINK, C.; REINERT, D. J.; TORNQUIST, C.G.; SILVA, I. R. et al. Dinâmica do Carbono e Nitrogênio em Plantações de Eucalipto no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, n.6, p.1623-1632, 2015.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A.; WENDLING, I.; OLIVEIRA, M. L. et al. Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. **Revista Árvore**, v.27, n.2, p.139-143, 2003.

XAVIER, A.; SILVA, R. L. Evolução da Silvicultura Clonal de *Eucalyptus* no Brasil. **Agronomía Costarricense**, v.1, n.34, p.93-98, 2010.

ZORZETO, T. Q.; DECHEN, S. C. F.; ABREU, M. F.; JÚNIOR, F. F. et al. **Caracterização física de substratos para plantas**. *Bragantia*, v.75. n.5, p.300-311, 2014.